

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-205436

(43)Date of publication of application : 09.08.1996

(51)Int.Cl.

H02K 1/27
H02K 15/03
H02K 21/16

(21)Application number : 07-007526

(71)Applicant :

MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 20.01.1995

(72)Inventor :

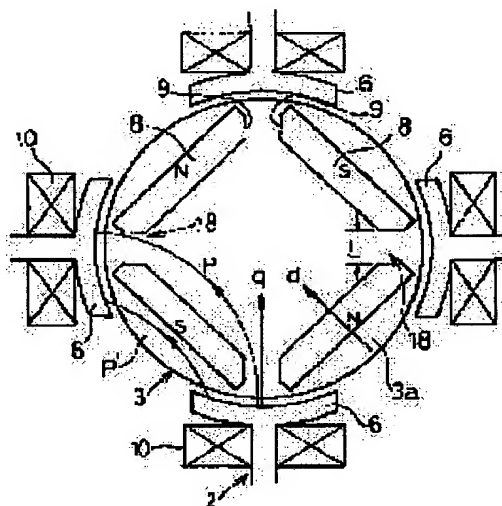
MURAKAMI HIROSHI
NARASAKI KAZUNARI
HONDA YUKIO

(54) MOTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a motor having a permanent magnet embedded in the rotor in which the reluctance torque and the magnet torque can be utilized effectively.

CONSTITUTION: The motor comprises an outer stator having a plurality of field sections 6 for applying a rotating field, and an inner rotor 3 where permanent magnets of the same number as the field sections 6 are embedded perpendicularly to the radial direction of rotor in the outer circumferential part of the rotor body 3a made of a high permeability material. Each permanent magnet 8 is cut at the opposite end parts thereof thus enlarging the interval between the end part 18 of respective permanent magnets 8.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-205436

(43) 公開日 平成8年(1996)8月9日

(51) Int.Cl.⁶

H02K 1/27

15/03

21/16

識別記号

501 A

A

M

片内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号

特願平7-7526

(22) 出願日

平成7年(1995)1月20日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 村上 浩

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 楢崎 和成

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 本田 幸夫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

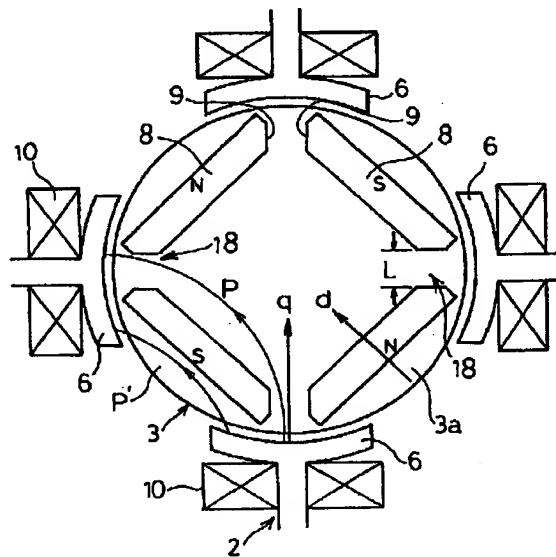
(74) 代理人 弁理士 石原 勝

(54) 【発明の名称】 モータ

(57) 【要約】

【目的】 ロータ内に永久磁石を備えたモータであつて、リラクタンストルクとマグネットトルクを有効に利用できるモータを提供する。

【構成】 回転磁界を与える複数の界磁部6を備えたアウター側のステータ2と、高透磁率材からなるロータ本体3aの外周部に、ロータ半径方向に直交するように前記界磁部と同数の永久磁石8を埋設したインナー側のロータ3とを有し、上記各永久磁石8を、その両端部が切り欠かれた形状に形成して、各永久磁石8の端部間18の間隔を広くしたことを特徴とする。



- 2...ステータ
- 3...ロータ
- 3a...ロータ本体
- 6...界磁部
- 8...永久磁石 (マグネット)
- 18...端部間

【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転磁界を与える複数の界磁部を備えたアウター側のステータと、高透磁率材からなるロータ本体の外周部に、ロータ半径方向に直交するように前記界磁部と同数の永久磁石を埋設したインナー側のロータとを有し、上記各永久磁石を、その両端部が切り欠かれた形状に形成して、各永久磁石の端部間の間隔を広くしたことを特徴とするモータ。

【請求項2】 各永久磁石がロータの求心方向へ凸形をなす略台形状に形成されたものである請求項1記載のモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、永久磁石をロータに埋設したモータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から、ロータの外周部にロータ半径方向に直交して並べられた複数の永久磁石を埋設した永久磁石付モータが知られている。

【0003】例えば、図2に示す4つの永久磁石8はS、N極が交互になるようにロータ3内に埋設されている。そして、ステータ2のコイル10に交流電流を流して、複数の界磁部6に回転磁界を生じさせることにより、ロータ3内の永久磁石8ととの間のマグネット吸引力や反発力を利用してロータ3を回転させている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の構成においては、マグネットトルクを主として利用するもので、高速回転時にトルク不足を生じる問題があった。

【0005】近年、ロータの磁気的な突極部間に形成される磁路を利用した、リラクタンスモータが注目されている。

【0006】一般に図2の永久磁石付モータにおいて、界磁部6の磁束は、鉄などで構成された透磁率の大きいロータ本体3aに対しては磁束が通りやすく、図のq軸方向のインダクタンス L_q が大きくなる一方、透磁率が小さい永久磁石8などに対してはほとんど通らず、図のd方向のインダクタンス L_d が小さくなる。

【0007】リラクタンストルクを利用するモータは、このインダクタンス L_q 、 L_d の差でリラクタンストルクを発生させ、これによって回転力を得るものである。

【0008】しかしながら上記従来例では、図2に示すようにロータ3に埋設された複数の永久磁石8の隣接した端部間18は、図の L' で示す間隔しか得られず、磁束は主に図の P' で示す磁路のみを通るものである。ここで、磁束は最短距離で結ばれるように磁路を形成するのであるが、図の P' で示す領域に流れる磁束には限界がありすぐに飽和してしまい、インダクタンス L_q をそれ以上大きく取ることができず、リラクタンストルクを

十分に活用することができなかった。

【0009】本発明は、永久磁石付モータであっても、マグネットトルクと共にリラクタンストルクを有効に利用することができるモータを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するため、回転磁界を与える複数の界磁部を備えたアウター側のステータと、高透磁率材からなるロータ本体の外周部に、ロータ半径方向に直交するように前記界磁部と同数の永久磁石を埋設したインナー側のロータとを有し、上記各永久磁石を、その両端部が切り欠かれた形状に形成して、各永久磁石の端部間の間隔を広くしたことを特徴とする。

【0011】また各永久磁石が、ロータの求心方向へ凸形をなす略台形状に形成されたものであることが好適である。

【0012】

【作用】本発明は上記構成によって、次のような作用を営むことができる。すなわち、ステータの界磁部間の磁束は最短距離で結ばれるように磁路を形成するが、ロータ本体表面部の図1に P' で示す磁路に流れる磁束には限界がありすぐに飽和してしまう。そこで、隣接する永久磁石の端部間幅を広くすることで、端部間を通過する図1に P で示す磁路を形成して、ロータ本体内に大量の磁束を通すことが可能となる。

【0013】したがって、永久磁石に直交する方向では、永久磁石は低透磁率材であり磁束が通りやすく、図1のd方向のインダクタンス L_d を極めて小さくすることができる一方、永久磁石の端部間を広げられて磁気的な凸極となる方向には、磁束が通り易いため、図のq方向のインダクタンス L_q を大きくすることができる。この結果両インダクタンス L_d 、 L_q の差を大きくでき、リラクタンストルクを有効に利用することができる。

【0014】したがって本発明によれば、リラクタンストルクとマグネットトルクの両方を有効に利用できる結果、マグネットトルクあるいはリラクタンストルクのみを利用するモータと比較して、高トルクを発生できるため、モータ効率の向上や小型化などの性能向上が実現できる。

【0015】また各永久磁石を、ロータの求心方向へ凸形をなす略台形状に形成すれば、比較的安価に永久磁石の磁界面を減じることなく、上記端部間を幅広に形成することができる。

【0016】

【実施例】以下本発明の実施例について、図面を参照しながら詳細に説明する。図1は本発明の実施例を示す断面図である。

【0017】インナー側のロータ3の内部には、高透磁率材（鉄材）からなるロータ本体3aの外周部に半径方

向に直交して等ピッチで並べられた4つの永久磁石8をS、N極が交互に配されるように埋設されている。この永久磁石8は、ロータ3の求心方向へ凸形をなす切欠部9を有する略台形形状に形成され、各永久磁石8の隣接する端部間18を幅広に拡張するように、ロータ本体3aに埋設されている。

【0018】一方、アウター側のステータ2には、4つの界磁部6が設けられ、これらのコイル10に交流電流が与えられて回転磁界が発生する。

【0019】ロータ3には、上記界磁部6の磁束が通り易い高透磁率材の鉄材で覆われたロータ本体3aと、磁束が通りにくい低透磁率材の永久磁石8が存在するので、永久磁石8の中心部に直交するd軸方向と、これに電気角で90度ずれた前記端部間18の中心を通るq軸方向とではインダクタンスLd、Lqが大きく異なるように構成されている。

【0020】すなわち、図1に示す端部間18は図1にLで示すように幅広であり磁気的な凸極を形成するため、ロータ3の内部には図のPで示す磁路が形成される。これは、P'で示す磁路が飽和した際に、さらに磁*

$$\begin{pmatrix} V_d \\ V_q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R + p L_d & -\omega L_d \\ \omega L_d & R + p L_q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i_d \\ i_q \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ \omega \psi_a \end{pmatrix} \quad \dots (1)$$

$$T = P_n \{ \psi_a i_q + (L_d - L_q) i_d i_q \} \quad \dots (2)$$

【0025】

ただし、Vd、Vq：電機子電圧のd、g軸成分

R：界磁巻線1相当りの抵抗

p：微分演算子（p = d/dt）

ω：電気角速度

id、iq：d、q軸電流

Pn：極対数

ψa：マグネット磁束

Ld、Lq：d、q軸方向のインダクタンス

すなわち、透磁率の小さい材料である永久磁石8により、q軸インダクタンスLqとd軸インダクタンスLdの値に差が生じて、LdとLqで表されるインダクタンス差が大きくなり有効に（2）式の第2項に示すリラクタンストルクを発生する。さらに、（2）式の第1項に示すマグネットトルクが加えられて、両方のトルクによって回転力を得るものである。

【0026】なお上記実施例においては、ロータ部3をホール素子やエンコーダなどで予めその回転位置及び回転周波数が検出されていて、ステータ2の界磁部6のコイル10に流す交流電流の位相は、リラクタンストルクとマグネットトルクとの合成トルクが大きく取れるように、q軸から電気角でθ = π/8（22.5度）だけずらした位置でピークとなるように供給されている。

【0027】上記実施例では4つの永久磁石8を用いた※50

* 束を流す磁路を形成するためである。

【0021】このような構成においては、図1のd軸方向では、界磁部6の磁束が通りやすくインダクタンスLdは極めて小さくすることができる一方、d軸と電気角が90度ずれたq軸方向では、磁路を形成し磁束が通り易くインダクタンスLqが大きくなり、両インダクタンスLd、Lqの差が大きくなってリラクタンストルクを有効に利用できることとなる。

【0022】また、ステータ2における複数の界磁部6によって生ずる回転磁界とロータ3内の永久磁石8との間で生ずるマグネット吸引力や反発力でロータ3を回転させることができ、マグネットトルクを有効に利用できる。

【0023】このような、リラクタンストルクとマグネットトルクを利用するモータの特性は、d-q座標軸上に変換された基本電圧方程式（1）式で表現される。また（1）式より、そのトルクTは（2）式で表される。

【0024】

【数1】

※例を示したが、それ以外の数の多極構成のものであってもかまわない。また、上記実施例においては、電流の位相をθ = π/8（22.5度）だけずらして与えたが、θはπ/8である必要はなく、ロータ構造や電流値に応じて調整すれば良い。さらに、上記実施例においては永久磁石8の形状は切欠部9を有する略台形形状としたが、切欠部9は曲線状に切欠かれたものであってもかまわない。すなわち本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づき種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0028】

【発明の効果】本発明によれば、マグネットトルクのみならずリラクタンストルクをも有効に利用でき、比較的簡単な構成で大きなトルクを出力する永久磁石埋設タイプのモータを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示す断面図。

【図2】従来例を示す断面図。

【符号の説明】

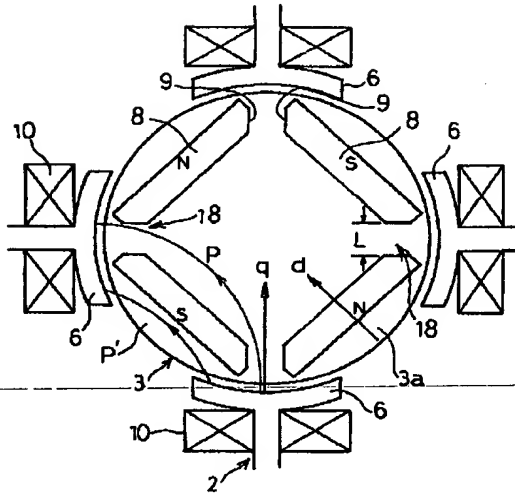
- 2 ステータ
- 3 ロータ
- 3a ロータ本体
- 6 界磁部
- 8 永久磁石

- 9 切欠部
10 コイル
18 端部間

- * q q 軸
d d 軸

*

【図1】



- 2...ステータ
3...ロータ
3a...ロータ本体
6...界磁部
8...永久磁石 (マグネット)
18...端部間

【図2】

